



Instituto Superior de Contabilidade e
Administração de Coimbra

Modelos de Avaliação do Risco de Crédito Aplicação a Empresas Cotadas

Mariana Isabel Simões Henriques
iscac10044@alumni.iscac.pt

Dissertação submetida para a obtenção de grau de
Mestre em Análise Financeira

Orientador:
Prof. Doutor José Carlos Gonçalves Dias

Risk is like fire: If controlled it will help you, if uncontrolled it will rise up and destroy you.”

Theodore Roosevelt

Agradecimentos

Depois desta etapa dedicada ao mestrado, resta olhar para o futuro sem esquecer o caminho traçado e as pessoas que estiveram ao meu lado.

Neste momento tão importante de conclusão do segundo ciclo de estudos, gostaria de agradecer formalmente e demonstrar o meu apreço e todo meu reconhecimento e gratidão a um grupo restrito de pessoas.

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor José Carlos Dias, professor e orientador, pela sua enorme disponibilidade revelada, pelo interesse que manifestou, pela transmissão de conhecimentos durante a realização da dissertação e pela responsabilidade que assumiu ao aceitar a orientação desta dissertação.

Agradeço especialmente aos meus pais, aos meus irmãos, à minha família e aos meus amigos pela compreensão, pela paciência e pelo companheirismo manifestados durante este período de tempo.

Aos meus colegas de mestrado e trabalho pelo apoio prestado imprescindível para a concretização deste estudo.

Mariana Henriques
Coimbra, Outubro 2013

Resumo

Com a globalização e liberalização de mercados, com a crescente incerteza e risco é fundamental nos dias que correm distinguir um bom de um mau investimento, ou então um investimento que hoje não parece apelativo mas que no futuro poderá sê-lo (e então guardá-lo em carteira).

Quando uma entidade empresta um determinado montante a outra, está a concretizar um investimento (obtendo juros) e não pretende certamente perder valor (capital e juros). Então, há que avaliar a contraparte nomeadamente, quais os negócios da mesma, quais os seus *stakeholders*, qual o ambiente tarefa e o ambiente geral para que o investimento tenha sucesso, por outras palavras, avaliar o risco de investir em determinada empresa.

Esta dissertação aborda alguns modelos de avaliação de risco de crédito, traduz a qualificação do risco de crédito através da quantificação do mesmo.

Após a análise da relevância da gestão do risco e da importância desta matéria, apresentam-se e aplicam-se dois modelos, *KMV model* e *CreditGrades* para atingir um conjunto de objetivos nomeadamente, caracterização do risco de crédito, determinação da probabilidade de *default* e determinação do *credit spread* de empresas portuguesas.

Os modelos serão aplicados empresas do mesmo setor e, para além de serem do mesmo setor, foram escolhidas, em igual dimensão, empresas cuja liquidez é maior e empresas em que a liquidez é menor, para perceber, as diferenças que daí possam advir.

Posteriormente será analisada isoladamente a variável taxa de crescimento de forma a perceber qual a importância ou influência da mesma em empresas como o setor da indústria e a influência em empresas mais e menos líquidas.

Palavras-Chave: Risco de Crédito, *Default*, *KMV Model*, *CreditGrades*

Abstract

Nowadays, with the markets globalization and liberalization, and the risk and uncertainty increase, it is fundamental to detect a good or a bad investment, or an investment that today does not look appealing but which might in the future (and then keep on the portfolio).

When a firm lends a certain amount to another, the firm is materializing an investment (gaining interests) and will not certainly intend to lose value (capital and interests). Then, it is necessary to evaluate the counterparty, namely their businesses, stakeholders and which task environment and general environment they have to ensure a successful investment, by other words, assess the risk to invest in a particularly company.

This dissertation approaches some credit risk evaluation models and provides the qualification of the credits risk through its quantification.

After the analysis of the risks management relevance and the importance of this subject, two models are presented and applied, KMV model and CreditGrades, to achieve a set of goals, credits risk characterization, the determination of the defaults probability and the determination of the portuguese firms' credit spread.

The models will be applied in firms of the same sector of business and were chosen, in equal dimension, firms whose liquidity is bigger and firms whose liquidity is smaller, to understand the differences.

Furthermore, the variable growth tax will be analyzed in order to understand the importance or influence of this variable on industry sector firms and the influence on firms with varying liquidity.

Keywords: Credit Risk, Default, KMV Model, CreditGrades

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Revisão da Literatura	5
2.1	Importância da Quantificação do Risco	6
2.2	Risco de Crédito	8
2.2.1	Risco de Exposição ao Crédito	10
2.2.2	Risco de Incumprimento	10
2.2.3	Risco de Recuperação	12
2.3	<i>Spread</i> de Crédito	13
3	Modelos de Avaliação de Risco de Crédito	15
3.1	<i>Scoring Model</i>	15
3.2	<i>Structural Models</i>	17
3.2.1	<i>Merton's Model</i>	17
3.2.2	Modelo KMV	20
3.2.3	Modelo CreditGrades	23
4	Análise Empírica	27
4.1	Amostra	27
4.2	Metodologia	29
5	Resultados	33
5.1	Aplicação do Modelo KMV	33
5.2	Aplicação do Modelo CreditGrades	35
5.3	Testes Às Variáveis (<i>Inputs</i>)	36
5.3.1	Taxa de Juro Sem Risco	36
5.3.2	Prémio de Risco de Mercado	36
6	Conclusões, Limitações e Melhorias	39
6.1	Conclusões	39
6.2	Limitações e Melhorias	41

CONTEÚDO

Bibliografia	41
A Anexos	47

Lista de Figuras

2.1	<i>The GCORR Corporate Factor Structure</i>	6
2.2	<i>Classification by Credit Ratings</i>	8
2.3	Etapas de Gestão de Risco de Crédito	9
2.4	Indicadores de Incumprimento do Crédito de Particulares	11
2.5	Indicadores de Incumprimento do Crédito a Sociedades Não Fi- nanceiras	11
3.1	<i>EDF de uma Entidade que entrou em Default Vs. rating da S&P</i>	23
3.2	<i>Mechanics of CreditGrades Model</i>	24
3.3	<i>KMART - CreditGrades and S&P Implied 5-year Probability of Default</i>	26
4.1	“EDF’S and Risk Rating Comparisons”	31
5.1	Notação de <i>Rating</i> de Empresa em Estudo (Brisa)	34

Lista de Tabelas

4.1	Informação da Descrição Bolsista das Empresas.	28
5.1	Valor de mercado das empresas e respetiva volatilidade	33
5.2	Valor de mercado das empresas e respetiva volatilidade (sistema de duas equações)	33
5.3	<i>Distance-to-default</i> das quatro empresas	34
5.4	Probabilidade de <i>Default</i> das Quatro Empresas	34
5.5	Probabilidade de <i>Default</i> das Quatro Empresas	35
5.6	Alteração da Variável - Taxa de Juro Sem Risco	36
5.7	Alteração da Variável - Taxa de Juro Sem Risco	36
5.8	Alteração da Variável - Prémio de Risco	37

Capítulo 1

Introdução

No início de século XXI, as economias dos diversos países começaram a dar os primeiros passos em estabelecer ligações entre as mesmas.

As influências económicas do exterior têm efeitos marcantes na economia dos diversos países. Gradualmente tornaram-se intimamente relacionadas e a noção de globalização, em que nos dirigíamos para uma economia global, é agora uma realidade. Um exemplo da concretização dessa globalização é o Mercado único¹(1993) ou ainda o Acordo Schengen² de 1985 (onde Portugal assinou em 1991) [5].

Com essa globalização, as diversas economias estreitaram laços com as múltiplas relações nomeadamente, económicas, sociais, financeiras, entre outras. Qualquer economia está então relacionada com o resto do mundo através de essencialmente dois canais: comércio (bens e serviços) e finanças. Sendo que a relação comercial entre países significa que uma parte da produção do país é exportada para países estrangeiros, ao mesmo tempo que uma parte dos bens que são consumidos ou investidos internamente são produzidos no exterior e como consequência, importados. A relação financeira visa essencialmente emprestar e investir meios monetários e vice-versa.

Atualmente, a nível nacional (refletindo um pouco o espelho da União Europeia), o panorama é o de uma economia cujo crédito é limitado, taxas de juro mais elevadas, empresas que sofrem de falta de liquidez (que necessitam de

¹Mercado único representa “A livre circulação de mercadorias na União Europeia. Foram suprimidos os controlos relativos ao tráfego de mercadorias no mercado interno, tendo, desde então, a União Europeia passado a constituir um território único, sem fronteiras”.

²Mercado único representa “O espaço Schengen representa um território no qual a livre circulação das pessoas é garantida”.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

meios monetários para fazer face às suas despesas) e que desde já faz pensar certamente numa solução similar ao Plano Marshall.

A economia Portuguesa encontra-se de tal forma degradada que as empresas atualmente procuram suprir não apenas as despesas financeiras, mas, e cada vez mais, conviver e debater com as despesas correntes. As empresas vivem no limiar da sobrevivência e debatem-se para honrar os gastos do “dia-a-dia”.

Portanto, pode-se concluir que a dívida é uma constante na empresa e cada vez mais é necessário conviver e saber conviver com a mesma. A gestão da dívida e do respetivo risco são cruciais para a sobrevivência.

Com o Projeto que agora se apresenta pretende reunir-se as ideias fundamentais subjacentes à elaboração da Dissertação de Mestrado. Tal ensejo obriga, desde logo, a apresentar e enquadrar o tema escolhido.

Este trabalho insere-se no contexto dos Modelos de Avaliação de Risco de Crédito, ou Risco de Incumprimento. A quantificação e qualificação do risco de *default* têm mostrado um especial interesse devido à atual crise da dívida soberana que se atravessa e de casos especiais de empresas que desaguaram em incumprimento.

Antigamente, o formato de concessão de crédito, que era representado pela relação pessoal entre o gerente e o cliente, mostrou-se cada vez mais desfasada. Atualmente valorizaram-se modelos de previsibilidade. Deste modo, é possível destacar que a gestão do risco de crédito já é algo totalmente incorporado nas instituições financeiras e também em algumas instituições não financeiras.

Existem então vários métodos que determinam a qualidade da empresa, mais precisamente, se esta é uma empresa que tem capacidade para honrar com os seus compromissos. O risco de incumprimento é, segundo de Dias, “*Default risk refers to the uncertainty associated with a firm’s ability to meet its required or contractual obligations as they mature.*” [11]

Com o caso Lehman Brothers, surgiram inevitavelmente dúvidas acerca dos modelos que prevêem o incumprimento ou falência das instituições pois, aparentemente e segundo alguns modelos, parecia um bom investimento.

Muito se falou no período pós-Lehman, a atitude generalizada foi de uma certa precaução, caracterizando-se por uma desalavancagem e, por uma melhor ca-

pitalização ou recapitalização dos balanços dos bancos [29].

Os métodos que determinam a probabilidade de incumprimento da empresa (pública ou privada) têm gerado bastantes questões acerca da respetiva capacidade de previsão.

Cada vez mais é importante saber onde investir e com quem investir. É fundamental saber a capacidade da contraparte em cumprir com as suas obrigações de forma a garantir um pouco de estabilidade. O papel do Risco na gestão bancária tem um papel fundamental e tem vindo a crescer devido às pressões regulamentares mas também devido à consciência da necessidade de melhorar as práticas.

As alterações que decorreram do acordo de Basileia II também contribuíram para uma crescente preocupação com estas matérias pois os bancos foram autorizados a utilizar novos métodos internos de avaliação de risco.

O presente trabalho tem como escopo, abordar e aplicar duas metodologias de cálculo do risco de crédito, os modelos KMV (ou *Moody's KMV model*) e CreditGrades. O mesmo está dividido e organizado em cinco capítulos.

A estrutura deste projeto descreve-se do seguinte modo: no capítulo 2 será realizada a revisão de literatura, onde abordar-se-ão os temas proeminentes da teoria financeira que têm relevância para o estudo dos modelos de risco de crédito. No capítulo 3 serão então descritos os modelos de risco de crédito em análise. Posteriormente, no capítulo 4, realizar-se-á a análise empírica onde será descrita a amostra e resultados da aplicação dos modelos (nomeadamente e entre outros, a notação de cada empresa, breves comparações entre modelos). Por fim, no capítulo 5, apresentar-se-ão as conclusões, limitações e melhorias.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

O Risco está associado à possibilidade de perda. Por outras palavras, risco está estritamente interligado com a possibilidade de ocorrência da perda.

A noção de risco abrange, segundo [32], duas distinções sendo que a primeira é que, o conceito risco é distinto do conceito de incerteza. O Risco envolve tanto incerteza como algum tipo de perda ou dano inerentes.

$$\text{“Risk = Uncertainty + Damage”}$$

Ainda no mesmo artigo, apresenta-se a segunda distinção, o conceito de risco é destoante do conceito de perigo. *“In the dictionary we find hazard defined as “a source of danger.” Risk is the “possibility of loss or injury” and the “degree of probability of such loss.” Hazard, therefore, simply exists as a source. Risk includes the likelihood of conversion of that source into actual delivery of loss, injury, or some form of damage.”*

O risco tem várias aceções conforme o apresentado, contudo, cingir-me-ei à noção de risco em sentido económico e financeiro.

Com base no artigo de [23], [30] afirmou a existência de dois tipos de risco, risco sistemático (ou de mercado) e risco específico sendo que o último pode ser diversificado (aumentando o número de ativos em carteira) até um certo ponto.

Cada entidade é caracterizada por um determinado nível de risco sendo que o mesmo pode ser dividido em risco sistemático e em risco específico como pondera o comumente conhecido *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) desenvolvido por Markowitz, Sharpe, junto com Treynor (1961) e Lintner (1965).

O risco específico deriva exclusivamente do risco da própria empresa sendo este suscetível de diversificação. O risco sistemático de uma entidade é composto pelo risco da indústria e pelo risco do país onde a empresa se encontra.

A figura 2.1 evidencia a representação do modelo fator GCOR Corporate desenvolvido pela Moddy's KMV sendo que a mesma mostra a importância da correlação na determinação do risco de uma empresa[22].

A estrutura da abordagem com base no modelo fator deriva da correlação entre a rentabilidade dos ativos. A correlação entre as rentabilidades dos ativos de qualquer conjunto de empresas pode ser explicada pelo conjunto de fatores comuns que advém das relações que essas empresas possuem.

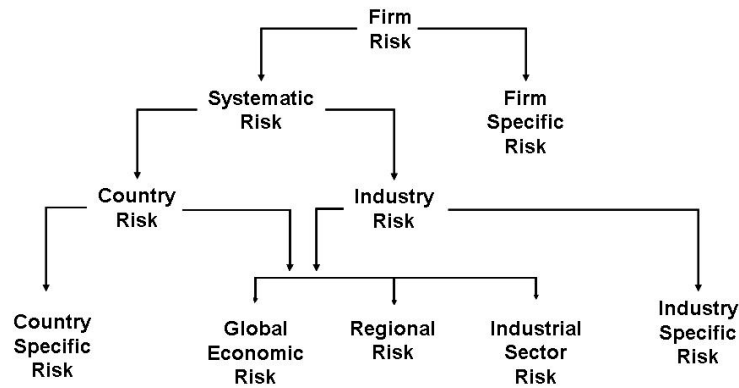


Figura 2.1: *The GCORR Corporate Factor Structure*

2.1 Importância da Quantificação do Risco

A importância da quantificação do risco é fundamental de forma a evitar maus investimentos. Viveram-se e vivem-se momentos de intensa volatilidade que originam várias insolvências por incumprimento.

A preocupação com o Risco e a respetiva quantificação sempre foram alvo de muita atenção. É fundamental saber que tipo de investimento é que o consumidor está a realizar e o risco inerente.

Foram solicitadas a criação de medidas preventivas e, como tal, os responsáveis pela supervisão bancária nas grandes economias internacionais, criaram o Basel Committe on Banking Supervision (BCBS). O BCBS é constituído

2.1. IMPORTÂNCIA DA QUANTIFICAÇÃO DO RISCO

por representantes dos bancos centrais e por autoridades com responsabilidade formal sobre a supervisão bancária. Neste Comitê são discutidas questões relacionadas com a indústria bancária, visando melhorar a qualidade da supervisão bancária e fortalecer a segurança do sistema bancário internacional.

Em 1988 foi celebrado o Acordo de Basileia I. Os líderes globais definiram, pela primeira vez, regras que seriam impostas a todos os bancos do mundo para dar mais segurança ao sistema bancário, nomeadamente definiram-se mecanismos para mensuração do risco de crédito, estabeleceram-se exigências de capital mínimo para suportar riscos através do Índice Mínimo de Capital para Cobertura do Risco de Crédito [27].

Apontadas algumas críticas ao primeiro Acordo, foram encontradas soluções para as mesmas, plasmadas no Acordo de Basileia II. Este acordo assenta em três pilares, a saber: exigências mínimas de capital, processo de revisão da supervisão e disciplina de mercado.

Mais uma vez é dado ênfase à matéria do Risco. No acordo anterior, a quantificação das exigências mínimas de capital eram concretizadas considerando os riscos de crédito e de mercado. Com o novo acordo foi revista e atualizada a aceção do risco de crédito e passou também a relevar para quantificação das exigências mínimas de capital, o chamado risco operacional.³

Com os acordos de Basileia, os bancos (que têm sistemas de *rating*) dividem os seus clientes em classes de risco⁴, existindo para cada classe uma probabilidade de incumprimento da sua obrigação. No mesmo sentido, existem agências de *rating* que atribuem uma notação a várias entidades no sentido de esclarecer os utentes que tipo de investimento se trata ou o risco inerente ao mesmo.

A Figura 2.2 ilustra os vários tipos de notação que existem sendo que estes divergem consoante a agência de *rating*, nomeadamente entre a Standard & Poor's (S&P) e a Moody's:

Pelo documento da Moody's Services [13], os investimentos com o *rating* Aaa

³Segundo o Basel Committee, risco operacional é definido como o risco de perdas resultantes da inadequação ou falha de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos.

⁴A Diretiva dos Mercados Financeiros (DMIF) também vem introduzir aspetos importantes relativos à classificação dos clientes e perfil de investimento. Na minha opinião, esta Diretiva pode ajudar a prevenir situações de incumprimento com uma adequada classificação do cliente.

Explanation	Standard & Poor's	Moody's Services
Investment grade:		
Highest grade	AAA	Aaa
High grade	AA	Aa
Upper medium grade	A	A
Medium grade	BBB	Baa
Speculative grade:		
Lower medium grade	BB	Ba
Speculative	B	B
Poor standing	CCC	Caa
Highly speculative	CC	Ca
Lowest quality, no interest	C	C
In default	D	

Modifiers: Example A+, A, A-, A1, A2, A3

Figura 2.2: *Classification by Credit Ratings*

são considerados de alta qualidade e sujeitos ao nível mais baixo de risco de crédito. Por oposição, os investimentos com notação igual a C possuem taxas claramente mais baixas (baixo retorno), encontram-se numa situação muito próxima de *default* e com poucas perspectivas de recuperação do capital e/ou dos juros.

A agência Standard & Poor's apresenta mais uma notação, o *rating* D que significa que a obrigação está em *default*, ou seja, quando determinada entidade não cumpriu efetivamente com os seus compromissos.

2.2 Risco de Crédito

A presença do risco está inerente nas operações de crédito. Como tal, o risco de crédito está presente no quotidiano de qualquer empresa e indivíduo, sendo reconhecido, por uma grande parte das organizações, como uma das suas principais preocupações.

O Risco de Crédito é a quantificação da possibilidade de uma empresa ou estado que emite instrumentos de dívida não cumprir com as suas obrigações, mais precisamente, reembolso de capital e juros.

2.2. RISCO DE CRÉDITO

A quantificação do risco de crédito não deve ser subjetiva, pelo contrário, deve ser realizada de forma objetiva com base em modelos. Segundo [34]: “*It should not depend on the judgement of a particular person or committee*”.

A gestão deste tipo de risco é importante quer na prática, quer em termos teóricos. Desde os anos 90 que o risco de crédito tem crescido exponencialmente, tendo a sua gestão tornando-se num dos desafios chave para as instituições financeiras.

Portanto, o processo de gestão do risco de crédito vai desde a etapa inicial de análise e formalização de uma operação resultando no cancelamento ou aprovação, passando por uma fase de acompanhamento e, eventualmente, um processo de recuperação [1].

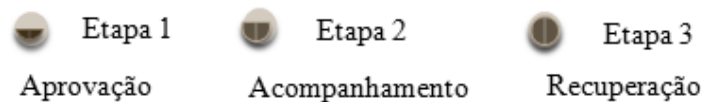


Figura 2.3: Etapas de Gestão de Risco de Crédito

O risco de crédito - que inclui três fatores de risco, nomeadamente o risco de exposição ao crédito (*credit exposure risk*)⁵, risco de incumprimento (*default risk*)⁶ e risco de recuperação (*recovery risk*)⁷ - pode ser medido e quantificado de modo a controlarmos as suas possíveis perdas.

Mais, uma adequada gestão do risco possibilita uma contribuição para a criação de valor da empresa.

De acordo com as proposições iniciais de Modigliani e Miller [25], na ausência de imperfeições de mercado, isto é, ausência de assimetria de informação, de impostos, de custos de agência e de custos de transação, as decisões de gestão de riscos e as de financiamento não têm qualquer impacto sobre o valor da empresa. Contudo, tais pressupostos não se verificam na realidade.

⁵Risco da exposição de crédito corresponde ao risco de flutuações subjacentes á qualidade do crédito da contraparte.

⁶Risco de incumprimento corresponde ao risco da contraparte entrar em *default*, ou seja, não conseguir cumprir as com as suas responsabilidades.

⁷Risco de recuperação representa a incerteza inerente à percentagem do valor investido que se recupera em caso de incumprimento da contraparte.

As decisões de financiamento são importantes, e os próprios Modigliani e Miller [26] corrigiram a sua tese inicial, reportando que *“taxes are an important determinant of optimal capital structure”* (numa economia onde os juros são fiscalmente dedutíveis), referindo ainda que existe um nível de alavanca ótimo. Leland [20] refere também a importância da dívida para o valor da empresa, *“As leverage increases, the tax advantage of debt eventually will be offset by an increased cost of debt, reflecting the greater likelihood of financial distress”*. A alavanca ótima de Modigliani e Miller é aceite contudo apenas referida num ponto teórico. Mais tarde, Brennan e Schwartz (1978) providenciaram a primeira análise quantitativa da alavanca ótima.

2.2.1 Risco de Exposição ao Crédito

Entende-se por exposição a risco de crédito relativo a uma dada contraparte a perda máxima, com um determinado grau de confiança, no horizonte de tempo futuro relevante, de um determinado montante, ou seja, essa contraparte incorreria em incumprimento. Esta perda é calculada como o valor em risco durante o horizonte de tempo da exposição e inclui, para além da exposição presente, uma estimativa da exposição potencial.

Por exemplo, para exposições consideradas relevantes, em termos de risco crédito, a Caixa Geral de Depósitos elabora pareceres de carácter mais específico, em complemento aos modelos internos de *rating* e à avaliação já efectuada, os quais, para além da análise da evolução das contrapartes, incorporam a evolução económico-financeira previsional do projecto e a influência e a percepção de fatores suscetíveis de criar um risco agravado, bem como a identificação de condições mitigadoras dos riscos identificados.

A avaliação dessa exposição ao crédito realiza-se, normalmente, ao nível dos grupos económicos, sendo concretizada por diversos critérios de ponderação. Nomeadamente, através de notações externas de risco de crédito, de *ratings* internos, do risco de crédito das várias áreas/empresas do Grupo, do nível de concentração da exposição, do tipo de crédito, finalidade e montante das operações em proposta, da ponderação no rácio de solvabilidade, entre outros.

2.2.2 Risco de Incumprimento

Uma entidade está numa situação de incumprimento quando se comprometeu a cumprir algo numa dada data e não cumpriu. Focando a área a que diz respeito este projeto, incumprimento representa um evento no qual uma

2.2. RISCO DE CRÉDITO

determinada entidade não consegue fazer face aos seus compromissos, nomeadamente, pagamentos.

Os credores incorrem cada vez mais neste tipo de risco devido ao deterioramento das condições económicas.

Através do Relatório de Estabilidade Financeira de 2012 [10], a figura 2.4 mostra um exemplo claro desse incremento do incumprimento nomeadamente, nos empréstimos bancários a particulares para aquisição de habitação e nos empréstimos bancários a particulares para consumo e outros fins.

INDICADORES DE INCUMPRIMENTO DO CRÉDITO A PARTICULARES POR DIMENSÃO DA EXPOSIÇÃO ^(a)						
	Habitação			Consumo		
	DEZ-2010	DEZ-2011	SET-2012	DEZ-2010	DEZ-2011	SET-2012
Exposição total						
Número de devedores com incumprimento (%) ^(b)	4.9	5.4	5.8	12.8	13.3	13.7
Crédito e juros vencidos (%) ^(c)	1.8	2.0	2.2	8.5	9.4	9.6
Exposições de montante superior ao percentil 90 ^(d)						
Percentagem do crédito ^(d)	28.6	28.6	28.6	54.7	55.6	56.4
Número de devedores com incumprimento (%) ^(b)	5.9	7.1	8.2	13.9	15.5	16.1
Crédito e juros vencidos (%) ^(c)	1.8	2.1	2.6	7.1	8.3	8.9

Figura 2.4: Indicadores de Incumprimento do Crédito de Particulares

Pelo mesmo relatório, verifica-se através a figura 2.5 a mesma situação para as empresas nacionais não financeiras quer pelo crédito concedido por Instituições Financeiras Monetárias quer pelo crédito concedido por Instituições Financeiras Não Monetárias.

INDICADORES DE INCUMPRIMENTO DO CRÉDITO A SOCIEDADES NÃO FINANCEIRAS POR DIMENSÃO DAS EMPRESAS							
	Número de devedores com incumprimento ^(a)			Crédito e juros vencidos ^(b)			Por memória Peso no total (Set-12)
	Dez-10	Dez-11	Set-12	Dez-10	Dez-11	Set-12	
Empréstimos concedidos por IFM	18.4	22.9	26.9	4.3	6.6	10.1	100.0
Micro-empresas	19.3	23.8	27.6	7.3	10.6	15.2	33.4
Pequenas empresas	15.1	19.4	24.0	4.0	6.5	11.1	24.1
Médias empresas	14.7	18.6	24.0	2.3	4.5	7.6	25.1
Grandes empresas	7.9	12.8	16.5	1.1	1.6	2.1	17.4
Empréstimos concedidos por IFNM	21.8	28.5	35.6	10.4	16.5	22.6	100.0
Micro-empresas	23.6	30.8	38.0	15.7	23.3	28.2	32.3
Pequenas empresas	18.0	24.6	32.0	13.5	20.4	27.2	25.3
Médias empresas	16.7	21.9	28.1	8.6	14.0	21.5	25.1
Grandes empresas	9.1	11.2	15.0	0.9	2.3	7.3	17.3

Figura 2.5: Indicadores de Incumprimento do Crédito a Sociedades Não Financeiras

Devido ao deterioramento da economia, cada vez mais, para ter acesso ao crédito, são necessários mais requisitos ou impõe mais restrições ao acesso ao mesmo (diminuindo a oferta do crédito) ⁸ pois, e de acordo com [20], *“If bankruptcy occurs, a fraction $0 \leq \alpha \leq 1$ of value will be lost to bankruptcy costs, leaving debtholders with value $(1 - \alpha)V_B$ and stockholders with nothing”* onde α corresponde aos custos de falência e V_B significa o valor da empresa quando a falência é declarada.

Contudo existem formas de precaver este tipo de risco. Uma delas é através de *Credit Default Swap* (CDS) ⁹. Este é um instrumento financeiro derivado transacionado em OTC (over the counter – mercado não regulamentado) que permite ao seu comprador proteger-se do incumprimento de crédito de um determinado emitente. O risco de *default* (incumprimento) é transferido para o vendedor do *Swap*. Por outras palavras, e através de [17], *“Potential losses from defaults on a swap are much less than the potential losses from defaults on a loan with the same principal”*. Tal acontece pois o valor do *Swap* é normalmente uma pequena fração do montante do empréstimo.

2.2.3 Risco de Recuperação

A ocorrência de situações de “Crédito Problemático” é uma inevitabilidade com a qual as Instituições Financeiras e Instituições Não financeiras têm de se deparar, estando muitos dos incumprimentos associados, invariavelmente, às fases recessivas dos ciclos económicos.

O agravamento dos índices do crédito face ao incumprimento radica, muitas vezes, numa deficiente identificação do perfil de cliente e no estabelecimento de objetivos estratégicos de gestão, incompatíveis com a conjuntura interna e externa das instituições.

Por forma a obstar a que as instituições financeiras e não financeiras incorram em prejuízos desnecessários, torna-se indispensável que se identifiquem, atempadamente, as situações de “Crédito Problemático” e que se atue sobre as

⁸Segundo [7] “Independentemente das razões para a queda no crédito a empresas não financeiras em Portugal durante 2009, 2010 e 2011, esta atingiu as empresas novas (e presumivelmente também pequenas) de forma desproporcionada. Na verdade, se olharmos para o crédito total de uma empresa típica, vemos um declínio de cerca de 23 por cento entre 2009T1 e 2012T1, mas para uma nova empresa a queda é de cerca de 70 por cento entre 2009T4 e 2012T1. Este é um motivo sério de preocupação, uma vez que as empresas novas criam empregos e melhoram as perspetivas da economia no longo prazo.”

⁹O mercado de CDS foi criado em 1994 por um conjunto de bancos liderado pela JP Morgan.

mesmas com as ferramentas adequadas, em ordem à eliminação ou minimização dos seus danos patrimoniais, ou seja, mitigando o risco de recuperação do crédito concedido.

2.3 *Spread* de Crédito

Desenvolveu-se o risco de crédito e uma das suas vertentes pertinentes para o trabalho que se apresenta. É ainda importante descrever as razões que determinam a existência de *spreads* de crédito e os fatores que influenciam o respetivo valor.

O *credit spread* de uma entidade é a taxa remuneratória exigida pelos investidores de quaisquer instrumentos emitidos por ela face a um instrumento que é tido como um investimento sem risco.

Portanto, de forma a perceber o *spread* de crédito e calculá-lo é importante realçar que normalmente usa-se como *proxy* um valor de um ativo sem risco. Comparando o valor do ativo da empresa com o valor do ativo sem risco para a mesma maturidade temos então o *credit spread*. Quanto mais débil for considerada a situação financeira, mais reduzida será a notação de crédito da entidade e maior será o *credit spread*.

A *proxy* que habitualmente é considerada como taxa de juro sem risco é a taxa implícita nos títulos de dívida soberana (*yield* dos títulos do tesouro).

Contudo, e segundo [8], quer antes da criação da moeda única, quer depois da criação da mesma – onde as taxas de câmbio foram eliminadas e houve lugar a harmonização de políticas – “*yields on bonds issued by different member States have not fully converged. Eurozone government bonds are still viewed as imperfect substitutes, either because of liquidity or default risk, which are the two remaining factors explaining yield spreads*”.

Capítulo 3

Modelos de Avaliação de Risco de Crédito

3.1 *Scoring Model*

Os modelos de *credit scoring* representam uma importante ferramenta de previsão e redução do risco de crédito. Por outras palavras, e segundo [24], “*Credit scoring is a statistical method used to predict the probability that a loan applicant or existing borrower will default or become delinquent.*”.

Uma determinada entidade não está apenas interessada em emprestar, é do seu interesse saber se se trata de um bom cliente, ou, por outras palavras, se está na presença de um bom ou mau empréstimo.

O *credit scoring* trata a forma de avaliar o risco de crédito de determinado empréstimo e ajuda a escolher os melhores clientes de forma a reduzir a potencial perda futura. Este método caracteriza-se por utilizar dados históricos e técnicas estatísticas. O método produz um “*score*” que uma entidade pode empregar para classificar os candidatos de empréstimo em termos de risco. Para construir um modelo de *scoring*, analisam-se dados históricos das entidades que entraram em *default*. Para tal é imperativo determinar quais as características fundamentais das entidades que entraram em incumprimento, produzindo então uma notação ou “*score*” que qualificará o candidato em termos de risco.

A quantificação do risco de *default* é concretizada através de várias análises, nomeadamente: Análise Discriminante Univariada, Análise Discriminante Multivariada e através de Modelos Logit e Probit.

CAPÍTULO 3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE CRÉDITO

Tendo por base [28], a Análise Discriminante Univariada foi proposta por Beaver (1966), sendo que este compara um conjunto de rácios (14 indicadores) para as empresas falidas com os mesmos rácios para empresas não-falidas. Com os resultados, Beaver examina a capacidade de previsão de cada rácio. O rácio que, nesse estudo, apresentou maior capacidade explicativa de falência foi o *cash flow to debt ratio*¹⁰.

No entanto, esta análise pode implicar classificações inconsistentes sendo que a generalização da abordagem univariada para avaliar eventos de *default* é questionável. Para superar as deficiências da Análise Discriminante Univariada, Altman [6] apresenta uma metodologia multivariada para prever a falência de empresas.

A Análise Discriminante Multivariada (MDA) define: 1) quais os indicadores que melhor explicam o potencial de *default*; e 2) qual o peso que deve ser dado aos indicadores considerados relevantes.

A análise discriminante é levada a cabo através de uma ou mais combinações lineares das variáveis independentes utilizadas (X_i). Cada combinação linear (Y_i) constitui uma função discriminante:

$$Y_i = a_{i0} + a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \cdots + a_{ip}X_p \quad (3.1)$$

em que a_{ij} são coeficientes de ponderação e os X_j são as variáveis discriminantes não-normalizadas.

Durante vários anos, a Análise Discriminante foi a metodologia preponderante tendo sido muito utilizada. No entanto, alguns autores referiram que, a aplicação desta técnica a modelos de previsão de insolvência, muitas vezes violava o pressuposto da utilização da Análise Discriminante, ao considerar que as variáveis independentes seguem uma distribuição normal. Através de [21], “*variables are assumed to have a multivariate normal distribution. Nevertheless, it is well known that the variables typically used in bankruptcy studies are not normally distributed*”.

Ohlson (1980) utiliza pela primeira vez a metodologia Logit aplicada a modelos de previsão de insolvência. Esta metodologia não obriga à verificação dos pressupostos da Análise Discriminante. Após este estudo pioneiro muitos

¹⁰Indicador financeiro que indica a capacidade de uma empresa gerar fluxos da sua atividade operacional frente a uma dívida contraída. Quanto maior melhor pois indica a capacidade da empresa liquidar a sua dívida total.

outros autores se seguiram, tornando a Regressão Logística uma metodologia muito utilizada na previsão de insolvência.

Concluindo, cabe então referir a utilização dos modelos de *credit scoring*. Estes são cada vez mais utilizados para avaliar os pedidos de empréstimo para pequenas empresas ou, de outra forma, avaliar empréstimos de empresas não cotadas. Tal acontece pois, através de [16], “*The boon for small businesses is even greater: They stand a better chance of getting loans, and getting them more quickly*”.

3.2 Structural Models

3.2.1 Merton’s Model

O modelo de Merton (1974) é a base do atual modelo seguido pela Moody’s, sendo que este teve por base os trabalhos de Black e Scholes (1973) e Merton (1973).

Através de [18] “*Both Merton (1974) and Black and Scholes (1973) propose a simple model of the firm that provides a way of relating credit risk to the capital structure of the firm*”.

Neste modelo, o valor dos ativos da empresa para um dado momento (V_t) segue um processo de difusão lognormal (Movimento Geométrico Browniano) com volatilidade constante.

O *Geometric Brownian Motion* (GBM) enquadra-se nos processos de difusão, sendo que os mesmos enquadram-se na temática dos processos estocásticos em tempo contínuo. O GBM é frequentemente utilizado como uma descrição simples da dinâmica dos preços dos ativos.

O processo de difusão (geral) ou processo de Itô é composto pelo *drift function* $a(X(t))$, *volatility function* $b(X(t))$ e pelo processo de Wiener e pode ser escrito como uma equação diferencial estocástica (EDE) [33]:

$$dX_t = a(X(t))dt + b(X(t))dW(t). \quad (3.2)$$

No caso do modelo de Merton (1974), a correspondente EDE para o GBM de forma a descrever o comportamento dos preços dos ativos é

CAPÍTULO 3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE CRÉDITO

$$\frac{dV_t}{V_t} = \mu dt + \sigma dW, \quad (3.3)$$

onde W_t é um processo de Wiener ou movimento Browniano, μ o *drift* e σ a volatilidade, ambas assumidas como constantes [19].

Outra condicionante do modelo é que a empresa possui uma estrutura de capital muito simples nomeadamente, possui um único tipo de ações e obrigações de cupão zero. As ações não dão direito a dividendos e a dívida é apenas paga na maturidade, isto é, no momento T . Por outras palavras, uma firma, através do modelo de Merton, possui uma estrutura de capital simples em que o valor dos ativos no momento t , V_t , é dado por:

$$V_t = E_t + D_t, \quad (3.4)$$

onde E representa o capital da própria empresa no momento t e D_t é o valor de mercado no momento t da dívida de cupão zero.

Apesar das várias críticas apontadas ao modelo, este é bastante intuitivo e apresenta racionalidade económica - como por exemplo, o *yield spread* aumenta aquando o aumento da dívida nominal e diminui com o aumento do valor da empresa ou da taxa de juro sem risco.

O *credit spread* ou *yield spread*, pelo Modelo de Merton, consiste na diferença entre a *yield* prometida da dívida ($y(t, T)$) e a correspondente (para o mesmo período) *yield* do título do tesouro (r). Ou seja,

$$s(t, T) = y(t, T) - r = \frac{1}{T-t} \ln \frac{X}{D_t} - r, \quad (3.5)$$

que implicitamente define uma estrutura de risco das taxas de juro. Contudo, é importante notar que ao comparar os *credit spreads* das diferentes empresas para a mesma maturidade não é possível afirmar que um maior *credit spread* corresponde a uma maior desvio padrão do retorno das obrigações. Ou seja, os *credit spreads* são uma medida válida do grau de risco de um título para uma determinada maturidade, contudo não devem ser interpretados como a estrutura de taxas de juro de um dado emitente.

O incumprimento de uma empresa, através deste modelo, apenas poderá verificar-se na maturidade pois é apenas na maturidade que se realiza o reembolso. Por outras palavras, o modelo de Merton assume como zero a probabilidade da empresa entrar em incumprimento antes do vencimento da dívida.

3.2. STRUCTURAL MODELS

Se na maturidade, T , o valor dos ativos da firma excede o pagamento prometido, isto é, $V_t > X$, os credores receberão toda a quantia prometida e os acionistas recebem o valor do ativo residual. Por outro lado, se na maturidade o valor do ativo é menor do que o pagamento prometido, os credores recebem um pagamento igual ao valor patrimonial e os acionistas não recebem nada.

Se antes do vencimento, o valor da empresa for inferior ao valor devido, o modelo de Merton não é capaz de detetar a probabilidade de *default* antes do vencimento.

A Probabilidade de *Default*, num mundo de risco neutral, no modelo de Merton (1974) é dada por:

$$P[V_t < X] = N(-d_2) = 1 - N(d_2), \quad (3.6)$$

onde

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (3.7)$$

e

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{s_0}{K}) + (2 + 0,5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}. \quad (3.8)$$

Na prática, a Probabilidade de *Default* pelo Modelo de Merton é calculada estimando um conjunto de parâmetros:

1. X , dívida. Este é observado através do balanço da empresa;
2. r , concretiza-se através das taxas das obrigações do tesouro;
3. E_t e σ_E observa-se e calcula-se através das observação das cotações no mercado respetivamente;
4. V_t e σ_V . O valor dos ativos e a volatilidade podem ser estimados:

(a) Através da solução do sistema de equações:

$$E_t = V_t N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2) \quad (3.9)$$

$$\sigma_E = N(d_1) \frac{V_t}{E_t} \sigma_v \quad (3.10)$$

(b) Processo iterativo KMV.

Segundo [35], para calcular σ_V recorre-se a um processo iterativo. Este é caracterizado em primeiro, pela recolha e utilização das cotações diárias dos últimos doze meses para estimar σ_E . Segundo, utiliza-se σ_E como valor inicial para estimar σ_V . Posteriormente, através da fórmula de Black-Scholes, para cada dado diário dos últimos doze meses, calcula-se V_t através do valor de mercado do capital próprio E_t para cada dia. Desta forma obtém-se o valor diário de V_t .

Com o valor diário de V_t obtém-se o respetivo desvio padrão que é utilizado para a próxima iteração.

Este procedimento é repetido, de modo a que os valores dos desvios padrões dos ativos se aproximem em duas iterações consecutivas.

3.2.2 Modelo KMV

O Modelo KMV desenvolvido pela empresa de consultoria KMV tem por base o Modelo de Merton anteriormente desenvolvido.

O Modelo KMV é mais realístico que o Modelo de Merton devido à estrutura de capital considerada. Neste modelo, existem cinco classes de responsabilidades, dívida de longo e curto prazo, ações ordinárias, preferenciais e obrigações convertíveis.

O Modelo KMV dá grande relevo às informações disponíveis no mercado sobre os preços dos ativos para a determinação da probabilidade de *default*.

Neste modelo, a empresa é avaliada como uma opção onde o ativo subjacente são os seus próprios ativos (avaliados a valor de mercado), os quais poderão ser entregues aos credores sempre que o valor de mercado das dívidas for no mínimo igual ou superior aos mesmos.

O Modelo KMV, baseia-se na hipótese de que o preço das ações negociadas reflete as expectativas do mercado acerca da empresa, sendo que o risco do crédito está associado à volatilidade do valor de mercado de seus ativos, o qual

3.2. STRUCTURAL MODELS

por sua vez é calculado utilizando-se o conceito de opções ¹¹ de compra ou venda destes mesmos ativos.

Segundo [12], “*The main output of de Moody’s KMV model is the so-called Expected Default Frequency (EDF), which is the default probability of a given obligor. The EDF credit measure is determined in three steps*”.

A aplicação do modelo KMV deve processar-se seguindo os seguintes passos, sendo que são estes que se vão adotar para as empresas do PSI 20 e PSI Geral:

1. Estimar o valor do ativo e respetiva volatilidade (V_t e σ_V);
2. Calcular a *distance-to-default*;
3. Cálculo da Probabilidade de *Default* (EDF).

Na primeira etapa do Modelo KMV, assume-se que a melhor estimativa do valor do capital próprio de uma empresa é o preço das ações da empresa no mercado. No que se refere ao cálculo da volatilidade ¹², esta é calculada recorrendo à medida estatística Variância (σ^2) ou o Desvio-Padrão (σ) no período observado.

Portanto, se o preço das ações for uma estimativa viável para o capital próprio (E_t), então o valor de mercado da empresa e respetiva volatilidade poderão ser calculados através da resolução de um sistema de equações composto pela fórmula de *pricing* das opções de BSM definido pela equação (3.09) e respetiva

¹¹Proporciona ao seu titular (adquirente da opção), um direito futuro sobre determinado ativo subjacente, mas não uma obrigação de comprar. A contraparte possui uma obrigação futura, caso seja exercido pelo titular tal direito. As opções são divididas em: opções de compra (*call*) e opções de venda (*put*). A primeira representa o contrato pelo qual o titular pode comprar um determinado ativo subjacente na data de vencimento, pelo preço de exercício. Para tanto, deve pagar um valor antecipado ou prémio. A opção de venda representa o contrato pelo qual o titular adquire o direito de vender determinado ativo subjacente, na data de vencimento, pelo preço de exercício. Para tanto, também deve pagar um prémio.

¹²Volatilidade é a tendência de um ativo – ações, commodities, índices ou outros – variar ao longo do tempo. Quanto maior a volatilidade, maior a probabilidade de variação do preço, ou seja, existe maior probabilidade de oscilações ao longo de determinado período. Em geral, aumentos de volatilidade podem surgir devido a fatores internos ou externos ao mercado.

CAPÍTULO 3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE CRÉDITO

volatilidade definida pela formula (3.10).

A segunda etapa baseia-se em calcular a *distance-to-default* (DD)

$$DD = \frac{V_t - D^*}{(\sigma_V V_t)}, \quad (3.11)$$

onde

$$D^* = STD + 0,5LTD \quad (3.12)$$

representa a barreira de *default*. No modelo de Merton a barreira de *default* é X .

Atualmente a Moody's computa DD da seguinte forma:

$$DD = \frac{\ln V_t + (\mu - 0,5\sigma^2)t - \text{payouts} - \ln D^*}{\sigma_V \sqrt{t}} \quad (3.13)$$

Quanto maior a DD , presume-se que melhor é a situação financeira da empresa e, conseqüentemente, maior é a capacidade da empresa gerar *cash flows* para cumprir os seus compromissos.

Na terceira etapa, calcula-se a probabilidade de *default* (EDF - *Expected Default risk Frequency*). Como o Modelo KMV baseia-se no modelo de Merton (que por sua vez baseia-se na teoria de *option pricing models*) e assume que os ativos da empresa seguem uma distribuição lognormal, então é lógico que a probabilidade de *default* vem:

$$N(-DD) \quad (3.14)$$

Pela Figura 3.1 pode-se constatar, através de [9], que a medida EDF do modelo KMV da Moody's possui uma capacidade de antecipar a degradação da situação financeira da contraparte de pelo menos um ano quando comparada com as agências de *rating*.

Com 5 anos de antecedência do *default*, o modelo KMV dava uma probabilidade de *default* de aproximadamente 1%, contudo a 2 anos do *default* essa percentagem aumentou para 6%, enquanto a agência S&P não capturou essa mudança. A 1 ano do *default* a medida EDF já estava em 20%, o equivalente ao *rating* D e a agência de *rating* S&P passava pouco além de 1%.

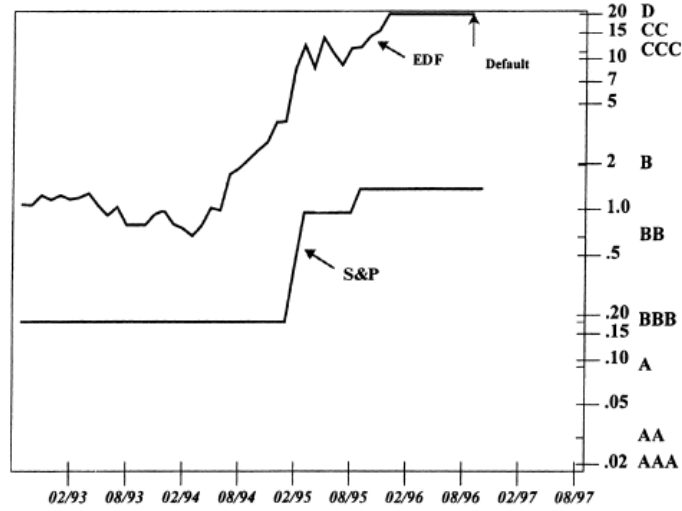


Figura 3.1: *EDF de uma Entidade que entrou em Default Vs. rating da S&P*

3.2.3 Modelo CreditGrades

Baseando-se nas ideias de Merton (1973), Black and Cox (1976), CreditGrades, segundo Stamicar, R. and Finger, C. C. [31], *"is a structural model that prices credit; it differs from other versions of Merton's model in that the goal is to produce spreads rather than objective probabilities"*. O modelo CreditGrades assume que o GBM é adequado para representar a dinâmica ou comportamento dos preços dos ativos.

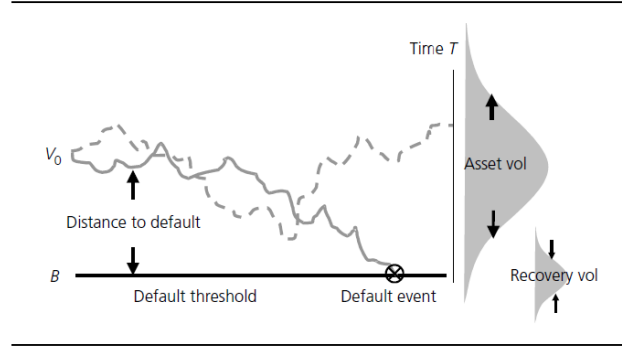
No modelo KMV a barreira de *default* é dada pela equação (3.13). A barreira de *default* pelo modelo de CreditGrades é dinâmica:

$$B_t = \Lambda D \quad (3.15)$$

onde D representa a dívida por ação e Λ é a taxa de recuperação que segue uma distribuição lognormal.

CAPÍTULO 3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE CRÉDITO

Apresenta-se graficamente a dinâmica do modelo:



Under (1) and (2), default does not occur as long as

$$V_t > B_t = B$$

Figura 3.2: *Mechanics of CreditGrades Model*

Black e Cox (1976), com o objetivo de captar a probabilidade de *default* antes do vencimento da dívida, assumiram que o evento de *default* acontece quando o valor de mercado dos ativos for menor que um determinado valor limite (*default threshold*).

Existem duas formas de calcular a probabilidade de sobrevivência ou então duas formas de calcular a probabilidade de determinada entidade entrar em falência.

O cálculo da probabilidade de sobrevivência pode ser concretizado através de uma fórmula aproximada ou através de uma fórmula que traduz o valor real da mesma.

A primeira, como o próprio nome indica é uma aproximação. Para um dado tempo t até ao momento μ , a probabilidade de sobrevivência pode ser aproximadamente calculada como:

$$SP_t(u) = \Phi\left(-\frac{\alpha_u}{2} + \frac{\ln(d)}{\alpha_u}\right) - d\Phi\left(-\frac{\alpha_u}{2} + \frac{\ln(d)}{\alpha_u}\right) \quad (3.16)$$

onde

$\Phi(x)$ é a função de distribuição normal univariada,

$$d = \frac{V_t e^{\lambda^2}}{\Lambda D} \quad (3.17)$$

3.2. STRUCTURAL MODELS

e

$$\alpha_u^2 = \alpha^2 u + \lambda^2, \quad (3.18)$$

com λ e $\bar{\Lambda}$ baseados nas estatísticas publicadas pelas agências de *rating*. O Modelo CregitGrade propõe $\bar{\Lambda} = 0,50$ e $\lambda = 0,30$.

A segunda, probabilidade de sobrevivência exata é calculada, segundo Kiesel e Veraart (2008) como:

$$SP_t(u) = \Phi_2\left(\frac{\lambda}{2} + \frac{\ln(d)}{\lambda}, -\frac{\alpha_u}{2} + \frac{\ln(d)}{\alpha_u}; \frac{\lambda}{\alpha_u}\right) - d\Phi_2\left(\frac{\lambda}{2} + \frac{\ln(d)}{\lambda}, -\frac{\alpha_u}{2} + \frac{\ln(d)}{\alpha_u}; -\frac{\lambda}{\alpha_u}\right) \quad (3.19)$$

onde,

$\Phi_2(x, y; \rho)$ é a função de distribuição normal bivariada.

A probabilidade de *default* é então:

$$PD_t(u) = 1 - SP_t(u) \quad (3.20)$$

Apesar de existir uma fórmula fechada para o cálculo da probabilidade de *default* exata, normalmente determina-se a probabilidade de *default* com base na fórmula aproximada, ou seja, equação (3.16). Tal acontece pois as diferenças entre as duas alternativas são marginais na maioria dos casos.

Esta metodologia resolve o grande do modelo de Merton, ou seja, melhora ou corrige o cálculo dos *credit spreads*:

$$s(t, u) = (1 - R) \frac{1 - SP(t) + e^{r\xi}[G(u + \xi) - G(\xi)]}{SP_t(t) - SP_t(u)e^{-r(u-t)} - e^{r\xi}[G(U + \xi) - G(\xi)]}, \quad (3.21)$$

onde

$$\xi = \frac{\lambda^2}{\sigma^2} \quad (3.22)$$

e

$$G(x) = d^{z+0,5}\Phi\left(-\frac{\ln(d)}{\sigma\sqrt{x}} - z\sigma\sqrt{x}\right) + d^{z+0,5}\Phi\left(-\frac{\ln(d)}{\sigma\sqrt{x}} - z\sigma\sqrt{x}\right) \quad (3.23)$$

CAPÍTULO 3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE CRÉDITO

com $z = \frac{1}{4} + \frac{2r}{\sigma^2}$.

Pelo documento original do modelo, existem várias comparações entre o *output* produzido para prever o *default* do modelo CreditGrades com o *output* do modelo da S&P.

Os autores realçam que os resultados produzidos pela medida do Modelo CreditGrades, como mostra a figura, são claramente superiores ao da medida da S&P.

Relativamente à empresa KMART, os autores referem que, desde o início de 1999, a empresa esforçava-se para competir com a sua concorrência e cumprir com as suas obrigações. Por dois anos consecutivos, o Resultado Líquido anual diminuiu, sendo que em 2001 teve três trimestres consecutivos de resultado negativo, ajudando então a empurrar a Kmart para a falência.

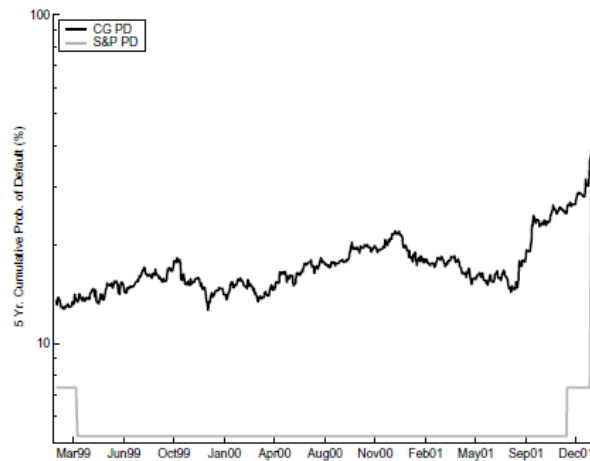


Figura 3.3: *KMART - CreditGrades and S&P Implied 5-year Probability of Default*

Com esta sequência de notícias, a KMART viu várias vezes a sua Probabilidade de *Default* agravada (e como tal a notação de *rating* refletiu tal posição) devido às preocupações dos investidores de que a empresa não seria capaz de cumprir suas obrigações de curto prazo no ambiente recessivo em que se encontrava.

Por sua vez, até 27 de Novembro, como se pode constatar pela figura 3.3, a S&P não alterou a notação de *rating* da KMART mostrando então a fragilidade da medida utilizada [15].

Capítulo 4

Análise Empírica

4.1 Amostra

No capítulo anterior reuniram-se e desenvolveram-se os principais conceitos do projeto que se apresenta. De seguida, serão descritas cada uma das empresas selecionadas. Cabe antes de mais, identificar alguns aspetos importantes para a futura análise dos dados e resultados.

Portugal vive num contexto económico instável em que, para evitar uma situação de incumprimento ou *default*, recorreu à ajuda externa nomeadamente, à Comissão Europeia, Fundo Monetário Internacional e ao Banco Central Europeu para suprir necessidades (amortização de dívida, vencimentos, pensões, prestações sociais, compromissos com fornecedores, etc.).

Como tal, a economia de um modo geral (não apenas o estado Português) encontra-se numa situação muito débil sendo que, e desde já avançando, certamente essa debilidade refletir-se-á nas empresas portuguesas e também nas que operam no mercado nacional.

A amostra escolhida para o presente trabalho divide-se em dois grupos de igual dimensão. O primeiro grupo é constituído por empresas portuguesas cotadas no principal índice da Euronext Lisboa, ou seja, o índice de referência do mercado de capitais português, o PSI-20 (acrónimo de *Portuguese Stock Index*). O segundo é composto por empresas portuguesas cotadas no PSI-Geral.

De entre as várias entidades, o estudo centra-se num grupo restrito, mais precisamente de empresas ligadas à indústria (papel, construção e cimentos) de forma a averiguar, dentro das várias indústrias, qual a que apresenta melhor

CAPÍTULO 4. ANÁLISE EMPÍRICA

score de forma a estabelecer comparações e apontar diferenças (possíveis situações a melhorar) para as entidades mais degradadas.

As entidades em análise são então: Altri, Brisa, Cimpor e Mota Engil.

A primeira, Altri, é um produtor europeu de referência no sector de pasta de papel, sendo um dos mais eficientes produtores da Europa de pasta de eucalipto branqueada.

A Brisa trata-se de uma das maiores operadoras de autoestradas com portagens no mundo e a maior empresa de infraestruturas de transporte em Portugal.

Outra empresa em análise é a Cimpor; das várias atividades, o cimento constitui o núcleo central de atuação em Portugal.

Por fim, a Mota Engil possui várias atividades como alugueres e transportes, trabalho portuários, e eletromecânica; contudo, a Mota Engil é fundamentalmente caracterizada pela engenharia e construção de projetos.

Pelo website da NYSE Euronext (NYX)[4], tem-se a seguinte descrição:

Industry	2000, Industrials			
Nome	ISIN	Símbolo	Mercado	
ALTRI, SGPS	PTALT0AE0002	ALTR	NYSE Lisbon	Euronext
BRISA	PTBRI0AM0000	BRI	NYSE Lisbon	Euronext
CIMPOR, SGPS	PTCPR0AM0003	CPR	NYSE Lisbon	Euronext
MOTA ENGIL	PTMEN0AE0005	EGL	NYSE Lisbon	Euronext

Tabela 4.1: Informação da Descrição Bolsista das Empresas.

As empresas em estudo pertencem ao setor das indústrias. De notar que, são empresas industriais, aquelas que transformam matérias-primas em produtos acabados. Estas empresas são caracterizadas por um ativo fixo bastante significativo e por realizarem grandes investimentos.

Primeiramente, como taxa de juro sem risco utiliza-se a taxa Euribor (*Euro InterBank Offered Rate*)¹³[2]. Futuramente, utilizar-se-á a taxa das obriga-

¹³É usual utilizar a Euribor como taxa de juro sem risco pois a mesma é normalmente

ções do tesouro alemãs¹⁴[3] pois, atualmente, são um tipo de investimento que menor risco possui e também porque estão no mesmo espaço monetário que Portugal.

Cabe ainda referir que, para fins de avaliação da probabilidade de *default*, o horizonte temporal é por norma de um ano, estabelece-se então $T = 1$.

Como tal, a taxa de juros livre de risco é obtida com um prazo compatível ao horizonte de análise da probabilidade de *default*. Então, a Euribor para o estudo em análise será a Euribor a 12 meses.

Os dados são fundamentalmente recolhidos através dos relatórios de cada empresa disponíveis nos respetivos websites e também através do site da *NYX Euronext*.

Nomeadamente, a dívida é obtida através da demonstração financeira da posição consolidada. O valor do capital próprio resulta de uma estimativa sendo a mesma o resultado da cotação das ações no mercado ponderado pelo número de ações em circulação, ou seja, a sua capitalização bolsista.

4.2 Metodologia

Neste capítulo descrever-se-á as metodologias utilizadas.

Uma das metodologias a aplicar trata-se o modelo KMV (anteriormente ostentado no presente estudo) a empresas portuguesas. Mais, tem-se como escopo a obtenção do valor de mercado, a probabilidade e distância para a situação de *default* de cada empresa.

De forma alcançar a medida EDF, divide-se o percurso em três fases/etapas. A primeira corresponde à estimação do valor de mercado dos ativos das empresas e respetivas volatilidades. A segunda etapa consiste no cálculo da *Distance to Default*. Por fim, a terceira etapa consiste em definir de acordo com os resultados da segunda etapa, a probabilidade de *default* (EDF). Após alcançadas as probabilidades de *default* das diferentes empresas define-se qualitativamente a

baixa e utilizada por um grupo representativo de bancos nos empréstimos mútuos realizados em euros. Ou seja, trata-se de uma taxa/custo base para as operações.

¹⁴Para obrigações emitidas no espaço europeu é frequente usar como *proxy* da taxa de juro sem risco a yield das obrigações do tesouro alemãs de longo prazo, uma vez que são consideradas um *benchmark* com nível de risco reduzido

CAPÍTULO 4. ANÁLISE EMPÍRICA

risco das mesmas.

Com o intuito de obter a primeira etapa do modelo KMV, através de [35], calcula-se σ_V recorrendo-se a um processo iterativo.

Primeiro, recolhe-se e utiliza-se as cotações diárias de doze meses, para o caso vai-se utilizar dados do ano de 2012, para estimar σ_V . Sendo que depois, utiliza-se σ_E como valor inicial para estimar σ_V .

Posteriormente, através da fórmula de Black-Scholes e com o auxílio do mecanismo das Macro presente no Excel, para cada dado diário dos últimos doze meses, calcula-se V_t - através do valor de mercado do capital próprio E_t e da dívida para cada dia -correndo a função:

FunctionBSd(S,x,h,r,sigma)

S=value underlying, x=strike, h=time to maturity, r=risk-free rate, σ =volatility underlying

$$Bsd = \frac{(\log(\frac{S}{x}) + (r + 0,5 \times \sigma^2) \times h)}{(\sigma \times h^{0,5})}$$

EndFunction

Desta forma alcança-se o valor diário de V_t . Com o valor diário de V_t obtém-se o respetivo desvio padrão.

Este procedimento é repetido, de modo a que os valores dos desvios padrões dos ativos se aproximem nas duas iterações consecutivas, ou seja, que a soma quadrada da diferença entre iteração k e interação $k + 1$ tenda para zero.

Pela fórmula 3.13, obtém-se a segunda etapa do modelo KMV, a *distance-to-default* (DD).

Por fim, de forma a qualificar o risco de determinada entidade, utiliza-se a fórmula 3.14, resultando na probabilidade de *default* (medida EDF). A Moody's nesta etapa em vez de calcular a medida EDF com base na fórmula 3.14 (e para tal estaria a assumir uma distribuição normal), possui uma base com dados históricos da DD e através do auxílio à mesma, obtém a probabilidade de *default*.

4.2. METODOLOGIA

Determinada a medida EDF, e com base em [14], faz-se corresponder a medida EDF com a respetiva notação de *rating*, a saber:

EDF (bp)	S&P	Moody's	CIBC	Nationbank	SBC
2-4	\geq AA	\geq Aa2	1	AAA	C1
4-10	AA/A	A1	2	AA	C2
10-19	A/BBB+	Baa1	3	A	C3
19-40	BBB+/BBB-	Baa3	4	A/BB	C4
40-72	BBB-/BB	Ba1	4.5	BBB/BB	C5
72-101	BB/BB-	Ba3	5	BB	C6
101-143	BB-/B+	B1	5.5	BB	C7
143-202	B+/B	B2	6	BB/B	C8
202-345	B/B-	B2	6.5	B	C9

Figura 4.1: “EDF’S and Risk Rating Comparisons”

A outra metodologia a utilizar é o modelo CreditGrades.

O cálculo da probabilidade de sobrevivência neste modelo será concretizado através de uma fórmula aproximada.

Então, para um dado tempo t até ao momento μ , a probabilidade de sobrevivência pode ser aproximadamente calculada através das fórmula 3.16, 3.17 e 3.17.

De notar que λ e $\bar{\Lambda}$ são baseados nas estatísticas publicadas pelas agências de *rating*. O Modelo CregitGrade propõe $\bar{\Lambda}=0,50$ e $\lambda=0,30$.

A probabilidade de *default* é calculada pela fórmula 3.20.

Capítulo 5

Resultados

5.1 Aplicação do Modelo KMV

Na resolução do processo iterativo anteriormente apresentado, obtiveram-se os seguintes resultados:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
V_t	854.518.122	1.266.517.541	2.369.149.534	1.526.098.363
σ_V	10,684%	5,587%	40,426%	38,642%

Tabela 5.1: Valor de mercado das empresas e respetiva volatilidade

Para além do processo iterativo, calculou-se o valor dos ativos e respetiva volatilidade através de outro método, a resolução do sistema de duas equações (equações 3.09 e 3.10).

Obtiveram-se os seguintes resultados:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
V_t	854.516.180	1.266.516.530	2.369.149.407	1.526.098.513
σ_V	13,090%	6,714%	39,889%	39,166%

Tabela 5.2: Valor de mercado das empresas e respetiva volatilidade (sistema de duas equações)

De acordo com o referido no capítulo IV, a amostra escolhida para o presente trabalho divide-se em dois grupos de igual dimensão. O primeiro grupo é constituído por empresas portuguesas cotadas no PSI-20, Mota Engil e Altri. O segundo é composto por empresas portuguesas cotadas no PSI-Geral, Cimpor e Brisa. Pode-se constatar desde já a diferença da volatilidade dos ativos entre

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

grupos.

Na segunda etapa calculou-se a *distance-to-default* para as quatro empresas nomeadamente:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
DD	4,69	5,42	7,25	4,62
$P(\text{default})$	0,00013437%	0,00000294%	0,00000000%	0,00018811%

Tabela 5.3: *Distance-to-default* das quatro empresas

Com base numa distribuição empírica (dados históricos de DD) a Moody's obtém a última etapa do processo anteriormente apresentado para uma das empresas em estudo.


Name	Market Segment	Preview
Brisa Concessao Rodoviaria S.A.	Infrastructure & Project Finance	
Long Term Rtg	Ba2, 16 Feb 2012	Industry TRANSPORTATION SERVICES: TOLL ROADS Domicile PORTUGAL
Long Term Watch	Not on Watch	
ST Issuer Level Rtg		
ST Issuer Level Watch		
Outlook	Negative, 29 Nov 2011	

Figura 5.1: Notação de *Rating* de Empresa em Estudo (Brisa)

Assumindo a distribuição normal tem-se a seguinte qualificação ou *rating* para as empresas:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
$P(\text{default})$	0,00013437%	0,00000294%	0,00000000%	0,00018811%
<i>Rating</i>	Aa2	Aa2	Aa2	Aa2

Tabela 5.4: Probabilidade de *Default* das Quatro Empresas

5.2 Aplicação do Modelo CreditGrades

No cálculo da Probabilidade de *Default* das empresas do PSI-20 obtiveram-se as dívidas financeiras de longo e curto prazo diretamente a partir da demonstração da posição financeira.

No caso das empresas da amostra que não se encontram no PSI-20, a informação foi recolhida nas notas à posição financeira.

Relativamente à Cimpor, obteve-se a dívida financeira de longo e curto prazo através da nota 45 – *Activos e Passivos Financeiros no âmbito da IAS 39*”.

Quanto à Brisa, através do relatório e contas individual de 2012, mais precisamente pelas notas 15 – *Caixa e Equivalentes*” e 24 – *Gestão de Riscos Financeiros*” e também com o recurso à secção das atividades de financiamento da Demonstração dos Fluxos de Caixa do Exercício de 2012 obteve-se o valor dos empréstimos.

No caso em questão, considerar-se-á apenas como dívida financeira o montante que consta na rubrica Descobertos Bancários¹⁵ pois a entidade em causa não tem outro tipo de dívida financeira.

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
P(<i>default</i>)	1,198%	1,861%	0,000%	0,000%

Tabela 5.5: Probabilidade de *Default* das Quatro Empresas

¹⁵Através do Banco de Portugal, um descoberto bancário permite a um cliente levantar fundos ou fazer pagamentos a partir da sua conta de depósito à ordem, num montante que excede o saldo dessa conta.

Os descobertos bancários podem ser de dois tipos, consoante resultem de um contrato celebrado entre o cliente e a instituição de crédito, ou sejam autorizados por iniciativa da instituição.”

5.3 Testes Às Variáveis (*Inputs*)

5.3.1 Taxa de Juro Sem Risco

De forma a testar a importância da taxa de juro sem risco, substitui-se esse input em cada modelo. Nomeadamente, em vez da Euribor a 12 meses, anteriormente utilizada, aplica-se a taxa das *Bunds* alemãs.

Tem-se então os seguintes resultados para:

Modelo KMV da Moody's:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
DD	4,62	5,33	7,24	4,52
$P(\text{default})$	0,00019151%	0,00000483%	0,00000000%	0,00030649%

Tabela 5.6: Alteração da Variável - Taxa de Juro Sem Risco

Modelo CreditGrades:

Variáveis	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
$P(\text{default})$	1,198%	1,861%	0,000%	0,000%

Tabela 5.7: Alteração da Variável - Taxa de Juro Sem Risco

5.3.2 Prémio de Risco de Mercado

Em vez do prémio de risco inicialmente estipulado de 4%, mantendo constante a taxa de juro sem risco (Euribor a 12 meses), aplica-se para o modelo KMV da Moody's um prémio de risco abaixo e acima do praticado (2% e 6% respetivamente).

5.3. TESTES ÀS VARIÁVEIS (INPUTS)

Variáveis	Prémio Risco	Mota Engil	Altri	Cimpor	Brisa
DD	2%	4,65	5,37	7,23	4,60
P(<i>default</i>)		0,000162%	0,000003%	0,000000%	0,000213%
DD	6%	4,73	5,47	7,26	4,65
P(<i>default</i>)		0,000111%	0,000002%	0,000000%	0,000165%

Tabela 5.8: Alteração da Variável - Prémio de Risco

Capítulo 6

Conclusões, Limitações e Melhorias

6.1 Conclusões

Foi mencionado que, na amostra recolhida, existem dois grupos de igual dimensão. O primeiro grupo é constituído por empresas portuguesas cotadas no PSI-20, Mota Engil e Altri. O segundo é composto por empresas portuguesas cotadas no PSI-Geral, Cimpor e Brisa.

Constatou-se desde logo a diferença da volatilidade dos ativos entre grupos. Nomeadamente, as empresas pertencentes ao índice mais líquido apresentam menos volatilidade dos ativos do que as que pertencem ao grupo de empresas menos líquidas.

De notar que Merton assumiu como base teórica o modelo de opções Black & Scholes no qual a volatilidade é constante no tempo e o valor do ativo segue um movimento Browniano Geométrico.

A hipótese simplificadora de que a volatilidade é constante no tempo, faz com que o modelo KMV da Moody's não funcione corretamente como modelo preditivo de risco de crédito associado a alterações na volatilidade. Contudo, e apesar de considerar a volatilidade constante, o modelo KMV consegue capturar parte do risco sistemático devido ao fato de estimar volatilidade a partir do preço das ações. Por sua vez, as cotações das ações são afetados pelas variáveis macro-económicas, tais como, taxas de juro.

Aquando a aplicação do modelo KMV da Moody's através do processo itera-

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E MELHORIAS

tivo verificou-se que a empresa com menos volatilidade e a empresa com mais oscilação no valor dos ativos são Altri e a Cimpor respetivamente. Manteve-se a mesma tendência na aplicação da aproximação, ou seja, na resolução do sistema de duas equações.

Na segunda etapa do modelo KMV constatou-se que a empresa com menor probabilidade de entrar em incumprimento é a empresa que possui maior volatilidade dos seus ativos, a Cimpor. De notar que todas as empresas aparentam possuir boa saúde financeira.

A empresa Altri que no modelo KMV apresentava a segunda probabilidade de *default* mais baixa, no modelo CreditGrades é a empresa que maior probabilidade de *default* possui. No modelo KMV, as empresas com menor probabilidade de *default* são a Cimpor e Altri enquanto, no modelo CreditGrades, as empresas cuja probabilidade de entrar em incumprimento é reduzida são a Cimpor e Brisa.

Os resultados alcançados indicam que o modelo KMV tende a obter probabilidades de *default* mais baixas. No modelo CreditGrades, as empresas mais líquidas são as que apresentam maior probabilidade de entrar em incumprimento.

A taxa de juro sem risco no estudo em questão não tem uma influência significativa pois, alterando a Euribor a 12 meses pela taxa das *Bunds* alemãs, as conclusões são as mesmas.

Relativamente ao prémio de risco de mercado no modelo KMV, quando menor for o valor do mesmo, como seria expectável, maior a probabilidade de *default*. Quanto maior o prémio de risco menor a probabilidade de *default*. Verificou-se que, um acréscimo ou decréscimo do prémio de risco não alteram as conclusões. Ou seja, a Cimpor e a Brisa continuam a apresentar uma menor e maior probabilidade de *default* respetivamente.

É ainda de realçar que no cálculo dos ratings das empresas, apenas foram tidos em conta fatores quantitativos. Ou seja, fatores qualitativos o risco específico do negócio, qualidade dos órgãos de gestão, diversificação dos negócios não somaram para o cálculo do *rating*.

6.2 Limitações e Melhorias

A inexistência de uma base de dados no que se refere à notação de *rating* também pode ser apontada como um constrangimento. Na última etapa do modelo KMV da Moody's assumiu-se a distribuição normal por forma a obter a qualificação ou *rating* das empresas. Claramente esta é uma limitação à aplicação do modelo.

Para futuras pesquisas pode-se tomar como ponto de partida a própria limitação deste trabalho.

Outra melhoria a implementar, pois apesar de não ter sido o escopo deste trabalho, considera-se importante avaliar e determinar quais e qual a significância dos fatores qualitativos na avaliação do risco de crédito das empresas, considera-se que os modelos quantitativos estimados podem ser complementados com uma componente de avaliação da situação macroeconómica nacional e internacional. Mais, para além dessa análise macroeconómica deverá também ter-se em conta uma análise do ambiente tarefa e geral nomeadamente, análise das entidades com quem a empresa se relaciona mais e das componentes que dependem mais os resultados.

Bibliografia

- [1] Relatório do conselho de administração. *Caixa Geral de Depósitos*, pages 102–104, 2007.
- [2] Banco de Portugal website. <http://www.bportugal.pt/pt-PT/PoliticaMonetaria/TaxasdeJuro/Paginas/TaxasdejuroEURIBOR.aspx>, março 2013.
- [3] Bundesbank website. http://www.bundesbank.de/Navigation/EN/Statistics/Time_series_databases/Macro_economic_time_series/, maio 2013.
- [4] Informação bolsita das empresas europeias. <https://europeanequities.nyx.com/>, janeiro 2013.
- [5] Sínteses da legislação da ue. http://europa.eu/legislation_summaries/index_pt.htm, junho 2013.
- [6] E.I. Altman. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23:589–595, 1968.
- [7] R. Antunes, A. e Martinho. Acesso ao crédito por empresas não financeiras. *Banco de Portugal- Relatório de Estabilidade Financeira*, pages 179–183, 2012.
- [8] Favero C. e Missale A. Codogno, L. Yield spreads on emu government bonds. *Economic Policy*, pages 503–515, 2003.
- [9] Galai D. e Mark R. Crouhy, M. A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking and Finance*, pages 93–96, 2000.
- [10] Departamento de Estudos Económicos. Relatório de estabilidade financeira de 2012. *Banco de Portugal*, 4, 2012.
- [11] J. C. Dias. *Advanced Corporate Finance*. 2008.

- [12] J. C. Dias. *Credit Risk - Lecture Notes*. 2013.
- [13] Cantor R. Charpentier H. Dorer J. Fanger D. Grohotolsk J. Jones M. Kriens J. Menendez M. Oosterveld B. Rosa D. Solomon R. Vansetti-Hutchins C. e Wilson A. Emery, K. Rating symbols and definitions. *Moody's Investors Service, Inc*, 2012.
- [14] M. Crouhy et al. *Journal of Banking and Finance*, 24:59–117, 2000.
- [15] Pan G. Lardy J.P. Ta T. e Tierney J. Finkelstein, V. Creditgradestm technical document. *RiskMetrics Group, Inc.*, pages 1–9, 25–27 e 37–44, 2002.
- [16] Saul Hansell. Company news: Need a loan? ask the computer; 'credit scoring' changes small-business lending. *The New York Times*, 1995.
- [17] J. Hull. *Options, Futures, And Other Derivatives*, volume 7. Pearson Prentice Hall, 2009.
- [18] Nelken I. e White A. Hull, J. Merton's model, credit risk, and volatility skews. *Journal of Credit Risk*, pages 3–10, 2004.
- [19] P. Jorion. *Financial Risk Manager Handbook*. Nova York, John Wiley and Sons, Inc., 2003.
- [20] Hayne E. Leland. Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure. *The Journal of Finance*, 19, 1994.
- [21] C. Lennox. Identifying failing companies: A reevaluation of the logit, probit and da approaches. *Journal of Economics and Business*, pages 1–4, 1999.
- [22] A. Levy. An overview of modeling credit portfolios. *Moody's KMV Company*, pages 5–15, 2008.
- [23] H. Markowitz. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7:77–91, 1952.
- [24] Loretta J. Mester. What's the point of credit scoring? *Federal reserve Bank of Philadelphia.*, 1997.
- [25] M. Modigliani, F.; Miller. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *American Economic Review*, 48:261–296, 1958.
- [26] M. Modigliani, F.; Miller. Corporate income taxes and the cost of capital: a correction. *American Economic Review*, 53:433–443, 1963.

- [27] Basel Committee on Banking Supervision. International convergence of capital measurement and capital standards. *Bank for International Settlements*, pages 120–156, 2006.
- [28] Elizabeth Reis. *Estatística Multivariada Aplicada*. Edições Sílabo, 1997.
- [29] Matín Saldias. Análise de risco sistémico e teoria e informação baseadas em opções. *Banco de Portugal*, 2012.
- [30] W. Sharpe. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19:425–442, 1964.
- [31] C. C. Stamicar, R. e Finger. Incorporating equity derivatives into the creditgrades model. *Journal of Credit Risk*, 2006.
- [32] B. John Stanley K. e Garrick. On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, 1:11–13, 1981.
- [33] S. J. Taylor. Asset price dynamics, volatility, and prediction. *Princeton University Press*, pages 353–359, 2006.
- [34] A. O. Vasicek. Credit valuation. *KMV*, pages 1–10, 1984.
- [35] Y. Vassalou, M. e Xing. Default risk in equity returns. *The Journal of Finance*, 59:831–838, 2004.

Apêndice A

Anexos

Modelo KMV

Mota Engil

Estimatives	
Asset value A_t	854.518.122
Asset volatility σ	10,683939%
Asset drift rate μ	1,4%

Balance sheet data	
Liabilities L	521.733.315

Default probability calculations	
Distance to default	4,69
Default probability	0,0001344%

Cimpor

Estimatives	
Asset value A_t	2.369.149.534
Asset volatility σ	40,4%
Asset drift rate μ	1,7%
Balance sheet data	
Liabilities L	118.590.000
Default probability calculations	
Distance to default	7,25
Default probability	0,00000000%

Brisa

Estimatives	
Asset value A_t	1.526.098.363
Asset volatility σ	38,6%
Asset drift rate μ	2,6%
Balance sheet data	
Liabilities L	243.413.000
Default probability calculations	
Distance to default	4,62
Default probability	0,000188%

Altri

Estimatives	
Asset value A_t	1.266.517.541
Asset volatility σ	5,6%
Asset drift rate μ	1,1043%
Balance sheet data	
Liabilities L	944.433.100
Default probability calculations	
Distance to default	5,42
Default probability	0.00000294%

Modelo CreditGrades

Company Information - Mota Engil

Balance Sheet		Market	
Short Term Borrowings	299,125,747.00	Market Cap (in Mio)	335,602,539.80
Long Term Borrowings	165,675,570.00	Stock Price S	1.64
Other Short Term Liab.	41,533,825.00	# Common Shares (in Mio)	204,635,695.00
Other Long Term Liab.	15,398,173.00	#Preferred Shares	-
Preferred Equity	-	#Shares	204,635,695.00
Minority Interest	-		
		Hist. Volá (200D)	30%
Financial Debt	493,267,316.00	ATM impl. Volá	33%
Debt	493,267,316.00	Used volá	33%
Debt-per-share D	2.41	Risk-free rate over T	0.54%

Company Information - Cimpor

Balance Sheet		Market	
Short Term Borrowings	41,384,000.00	Market Cap (in Mio)	2,251,200,000.00
Long Term Borrowings	2,747,000.00	Stock Price S	3.35
Other Short Term Liab.	4,821,000.00	# Common Shares (in Mio)	672,000,000.00
Other Long Term Liab.	69,638,000.00	#Preferred Shares	-
Preferred Equity	-	#Shares	672,000,000.00
Minority Interest	-		
		Hist. Volá (200D)	30%
Financial Debt	81,360,500.00	ATM impl. Volá	33%
Debt	81,360,500.00	Used volá	33%
Debt-per-share D	0.12	Risk-free rate over T	0.54%

APÊNDICE A. ANEXOS

Company Information - Brisa

Balance Sheet		Market	
Short Term Borrowings	29,000.00	Market Cap (in Mio)	1,284,000,000.00
Long Term Borrowings	-	Stock Price S	2.14
Other Short Term Liab.	38,452,000.00	# Common Shares (in Mio)	600,000,000.00
Other Long Term Liab.	204,932,000.00	#Preferred Shares	-
Preferred Equity	-	#Shares	600,000,000.00
Minority Interest	-		
		Hist. Volá (200D)	30%
Financial Debt	121,721,000.00	ATM impl. Volá	33%
Debt	121,721,000.00	Used vola	33%
Debt-per-share D	0.20	Risk-free rate over T	0.54%

Company Information - Altri

Balance Sheet		Market	
Short Term Borrowings	45,467,200.00	Market Cap (in Mio)	327,185,016.84
Long Term Borrowings	103,556,900.00	Stock Price S	1.5950
Other Short Term Liab.	277,076,300.00	# Common Shares (in Mio)	205,131,672.00
Other Long Term Liab.	518,332,700.00	#Preferred Shares	-
Preferred Equity	-	#Shares	205,131,672.00
Minority Interest	-		
		Hist. Volá (200D)	30%
Financial Debt	546,728,600.00	ATM impl. Volá	33%
Debt	546,728,600.00	Used vola	33%
Debt-per-share D	2.67	Risk-free rate over T	0.54%